

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-209501

(43)Date of publication of application : 07.08.1998

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

H01S 3/18

(21)Application number : 09-007841

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 20.01.1997

(72)Inventor : SASAMORI HIDETO

ISSHIKI KUNIIHIKO

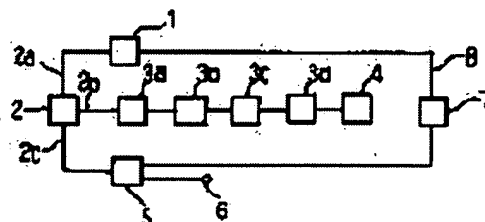
WATANABE HIROMITSU

(54) MULTI-WAVELENGTH LIGHT SOURCE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To output a stable light of optical power and optical spectrum to the outside by connecting an input amplifier, an optical circulator having a plurality of optical fiber gratings, an optical branching/coupling device, and a frequency shifter in a loop and by forming an optical loop as to circulate lights outputted from the respective devices.

SOLUTION: A natural emitted light generated from a optical fiber amplifier 1 is chopped by optical fiber gratings 3a-3d, and they are subject to frequency shift by a frequency shifter 7, and then they are circulated in an optical loop while they are amplified. An output port 6 outputs a part of lights to be inputted to an optical branching/coupling device 5. The lights of one wavelength or two or more wavelengths outputted from the port 6 at any time are coincided with the reflected wavelength of the optical fiber gratings connected in series. If an optical fiber grating having an appropriate reflected wavelength is used, a number of lights with desired wavelength can be obtained. Thus, lights having one wavelength or two or more wavelengths can be outputted easily at the same time.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-209501

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51) Int.Cl.¹

識別記号

P I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

F

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

M

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平9-7841

(22) 出願日

平成9年(1997) 1月20日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 笹森 秀人

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 一色 邦彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 渡辺 弘光

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

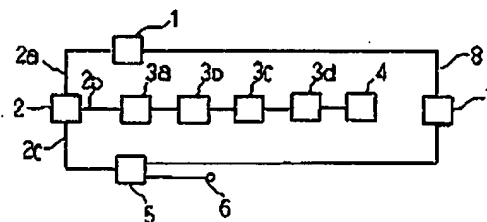
(74) 代理人 弁理士 宮田 金組 (外2名)

(54) 【発明の名称】 多波長光源

(57) 【要約】

【課題】 少ない工程数で製造できる多波長光源を得ることを目的とする。

【解決手段】 入力光を増幅すると共に自然放光を出力する光ファイバ増幅器1と、3つのポートを有し、第1のポート2aに入力した光を第2のポート2bに出力し、第2のポート2bに入力した光を第3のポート2cに出力する光サキュレータ2と、第2のポート2bに直列接続され、それぞれ特定の波長の光を反射する複数の光ファイバグレーティング3a~3dと、入力光を2つの経路に分岐させ、分岐させた光の一方を外部に取り出す光分岐結合器5と、入力光の周波数を変えて出力する周波数シフタ7と、光ファイバ増幅器1、光サキュレータ2、光分岐結合器5および周波数シフタ7をループ状に接続し、それぞれから出力された光を周回させる光ループ8とを備えた。



1: 光ファイバ増幅器

2: 光サキュレータ

2a~2c: 第1~第3のポート

3a~3d: 第1~第4の光ファイバグレーティング

4: 低反射終端器

5: 光分岐結合器

6: 出力ポート

7: 周波数シフタ

8: 光ファイバ

(2)

特開平10-209501

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力光を増幅すると共に自然放出光を出力する光増幅器と、

3つのポートを有し、第1のポートに入力した光を第2のポートに出力し、第2のポートに入力した光を第3のポートに出力する光サーキュレータと、

この光サーキュレータの第2のポートに直列接続され、それぞれ特定の波長の光を反射する複数の光ファイバグレーティングと、

入力光を2つの経路に分岐させ、分岐させた光の一方を外部に取り出す光分岐結合器と、

入力光の周波数を変えて出力する周波数シフタと、

上記光増幅器、上記光サーキュレータ、上記光分岐結合器および上記周波数シフタをループ状に接続し、それぞれから出力された光を巡回させる光ループとを備えたことを特徴とする多波長光源。

【請求項2】 入力光を増幅すると共に自然放出光を出力する光増幅器と、

3つのポートを有し、第1のポートに入力した光を第2のポートに出力し、第2のポートに入力した光を第3のポートに出力する光サーキュレータと、

この光サーキュレータの第2のポートに直列接続され、それぞれ特定の波長の光を反射する複数の光ファイバグレーティングと、

入力光を2つの経路に分岐させ、分岐させた光の一方を外部に取り出す光分岐結合器と、

入力光の位相を変えて出力する位相変調器と、

上記光増幅器、上記光サーキュレータ、上記光分岐結合器および上記位相変調器をループ状に接続し、それぞれから出力された光を巡回させる光ループとを備えたことを特徴とする多波長光源。

【請求項3】 入力光を増幅すると共に自然放出光を出力する光増幅器と、

4つのポートを有し、第1のポートに入力した光を第2と第4のポートに出力し、第2のポートに入力した光を第1と第3のポートに出力する光分岐結合器と、この光分岐結合器の第2のポートに直列接続され、それぞれ特定の波長の光を反射する複数の光ファイバグレーティングと、

入力光の周波数を変えて出力する周波数シフタと、

上記光増幅器、上記光分岐結合器および上記周波数シフタをループ状に接続し、それぞれから出力された光を巡回させる光ループとを備え、

上記光分岐結合器は、上記光ループを周回して上記第4のポートに出力された光を外部に取り出すことを特徴とする多波長光源。

【請求項4】 入力光を増幅すると共に自然放出光を出力する光増幅器と、

4つのポートを有し、第1のポートに入力した光を第2と第4のポートに出力し、第2のポートに入力した光を

第1と第3のポートに出力する光分岐結合器と、

この光分岐結合器の第2のポートに直列接続され、それぞれ特定の波長の光を反射する複数の光ファイバグレーティングと、

入力光の位相を変えて出力する位相変調器と、

上記光増幅器、上記光分岐結合器および上記位相変調器をループ状に接続し、それぞれから出力された光を巡回させる光ループとを備え、

上記光分岐結合器は、上記光ループを周回して上記第4のポートに出力された光を外部に取り出すことを特徴とする多波長光源。

【請求項5】 上記光ループ中に、この光ループを周回する光を無偏光化する無偏光化部を備えたことを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の多波長光源。

【請求項6】 上記光ファイバグレーティングの間に、この光ファイバグレーティングにより反射される各波長の光パワーを均一にする光源衰減器を備えたことを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の多波長光源。

【請求項7】 上記光減衰器は、特定の波長の光のみを減衰させるノッチフィルタであることを特徴とする請求項6記載の多波長光源。

【請求項8】 上記光ファイバグレーティングは、この光ファイバグレーティングにより反射される各波長の光パワーが均一になるように反射率が設定されていることを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の多波長光源。

【請求項9】 上記光分岐結合器は、外部に取り出す光のパワーの方が、上記光ループに出力する光のパワーよりも大きくなるように分岐比が設定されていることを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の多波長光源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、同時に多数の波長の光を出力する多波長光源に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光ファイバ通信において、伝送容量を増やすために、異なる波長の光に異なる信号を乗せて、一本の光ファイバで通信する波長多重伝送システムが検討されている。この波長多重伝送システムで用いられる光増幅器の増幅特性を評価する場合、実際に使用する多数の波長の光を入力し、それら入力した波長の光パワーと光増幅器から出力される各波長の光パワーとにより増幅特性を評価するため、多数の波長の光を出力する多波長光源が必要である。図13は、例えば1995年電子情報通信学会総合大会予稿集(541頁)B-1095「低入力/高入力多波長光増幅器の利得特性」に記載された従来の多波長光源の構成図である。図において、6は出力ポート、8a~8fは第1~第6の光ファイバ、13a~13eは第1~第5の半導体レーザダイオード、14は合波器である。

(3)

特開平10-209501

3

【0003】次に動作について説明する。第1～第5の半導体レーザダイオード13a～13eは、それぞれ独立に駆動されており、それぞれ異なる波長の光を発生している。第1～第5の半導体レーザダイオード13a～13eからの出力光は、それぞれ異なる光ファイバ8a～8eに結合される。異なる光ファイバ8a～8eを伝搬した光が合波器14により第6の光ファイバ8fに結合され、出力ポート6から出力される。このような多波長光源により、光増幅器の増幅特性評価で実際に使用する多数の波長の光を発生させている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の多波長光源は以上のように構成されているので、所望の波長の半導体レーザダイオードを所望の数だけ揃える必要があるが、現在の半導体レーザダイオードの製造における波長精度では、所望の波長に制御することは困難である。したがって、所望の波長の半導体レーザダイオードを得るためには、多数の半導体レーザダイオードの中から選別する必要があるため、1波または2波以上の所望の波長の光を同時に出力する多波長光源の製造工程数が増えるという問題点があった。

【0005】この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、少ない工程数で製造できる多波長光源を得ることを目的とする。また、この発明は、出力パワーおよび光スペクトルが安定した光を出力する多波長光源を得ることを目的とする。さらに、この発明は、各波長の出力パワーが均一な多波長光源を得ることを目的とする。さらにまた、この発明は、高出力な多波長光源を得ることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明に係る多波長光源は、入力光を増幅すると共に自然放光光を出力する光増幅器と、3つのポートを有し、第1のポートに入力した光を第2のポートに出力し、第2のポートに入力した光を第3のポートに出力する光サーキュレータと、この光サーキュレータの第2のポートに直列接続され、それぞれ特定の波長の光を反射する複数の光ファイバグレーティングと、入力光を2つの経路に分岐させ、分岐させた光の一方を外部に引き出す光分岐結合器と、入力光の周波数を変えて出力する周波数シフタと、上記光増幅器、上記光サーキュレータ、上記光分岐結合器および上記周波数シフタをループ状に接続し、それぞれから出力された光を周回させる光ループとを備えたものである。

【0007】請求項2記載の発明に係る多波長光源は、入力光を増幅すると共に自然放光光を出力する光増幅器と、3つのポートを有し、第1のポートに入力した光を第2のポートに出力し、第2のポートに入力した光を第3のポートに出力する光サーキュレータと、この光サーキュレータの第2のポートに直列接続され、それぞれ特

4

定の波長の光を反射する複数の光ファイバグレーティングと、入力光を2つの経路に分岐させ、分岐させた光の一方を外部に引き出す光分岐結合器と、入力光の位相を変えて出力する位相変調器と、上記光増幅器、上記光サーキュレータ、上記光分岐結合器および上記位相変調器をループ状に接続し、それぞれから出力された光を周回させる光ループとを備えたものである。

【0008】請求項3記載の発明に係る多波長光源は、入力光を増幅すると共に自然放光光を出力する光増幅器と、4つのポートを有し、第1のポートに入力した光を第2と第4のポートに出力し、第2のポートに入力した光を第1と第3のポートに出力する光分岐結合器と、この光分岐結合器の第2のポートに直列接続され、それぞれ特定の波長の光を反射する複数の光ファイバグレーティングと、入力光の周波数を変えて出力する周波数シフタと、上記光増幅器、上記光分岐結合器および上記周波数シフタをループ状に接続し、それぞれから出力された光を周回させる光ループとを備え、上記光分岐結合器は、上記光ループを周回して上記第4のポートに出力された光を外部に引き出すものである。

【0009】請求項4記載の発明に係る多波長光源は、入力光を増幅すると共に自然放光光を出力する光増幅器と、4つのポートを有し、第1のポートに入力した光を第2と第4のポートに出力し、第2のポートに入力した光を第1と第3のポートに出力する光分岐結合器と、この光分岐結合器の第2のポートに直列接続され、それぞれ特定の波長の光を反射する複数の光ファイバグレーティングと、入力光の位相を変えて出力する位相変調器と、上記光増幅器、上記光分岐結合器および上記位相変調器をループ状に接続し、それぞれから出力された光を周回させる光ループとを備え、上記光分岐結合器は、上記光ループを周回して上記第4のポートに出力された光を外部に引き出すものである。

【0010】請求項5記載の発明に係る多波長光源は、上記光ループ中に、この光ループを周回する光を無偏光化する無偏光化部を備えたものである。

【0011】請求項6記載の発明に係る多波長光源は、上記光ファイバグレーティングの間に、この光ファイバグレーティングにより反射される各波長の光パワーを均一にする光減衰器を備えたものである。

【0012】請求項7記載の発明に係る多波長光源は、特定の波長の光のみを減衰させるノッチフィルタを備えたものである。

【0013】請求項8記載の発明に係る多波長光源は、反射する各波長の光パワーが均一になるように反射率が設定されている光ファイバグレーティングを備えたものである。

【0014】請求項9記載の発明に係る多波長光源は、外部に取り出す光のパワーの方が、上記光ループに出力する光のパワーよりも大きくなるように分岐比が設定さ

(4)

特開平10-209501

5

5

れている光分岐結合器を備えたものである。

【0015】

【発明の実施の形態】

実施の形態1 以下、この発明の実施の形態1について説明する。図1はこの発明の実施の形態1の多波長光源の構成を示す構成図である。図において、1は入力光を増幅すると共に自然放光光を出力する光ファイバ増幅器。2は光サーキュレータ。2a～2cは光サーキュレータ2の第1～第3のポートであり、光サーキュレータ2は、第1のポート2aに入力した光を第2のポート2bに出力し、第2のポート2bに入力した光を第3のポート2cに出力する。3a～3dはそれぞれ、波長が $\lambda_1 \sim \lambda_4$ の光のみを反射し、他の波長の光を透過する第1～第4の光ファイバグレーティング。4は $\lambda_1 \sim \lambda_4$ 以外の波長の光を外部に排出する無反射終端器。5は入力光を2つの経路に分岐させる光分岐結合器。6は光分岐結合器5により分岐された一方の光を外部に出力する出力ポートであり、出力ポート6からは、1波または2波以上の波長の光が出力される。7は光分岐結合器5により分岐された他方の光の周波数をシフトする周波数シフタ。8は光ファイバで形成された光ループである。

【0016】次に、動作について説明する。一般に、光ファイバ増幅器は、増幅された信号光と、広帯域な増幅された自然放光光（Amplified Spontaneous Emission（以下ASEという））を出力する。光ファイバ増幅器に信号光を入力しない場合、ASEのみを出力する。

【0017】はじめに、信号光が入力されていない光ファイバ増幅器1から、図2に示すような広帯域なASEが出力される。このASEは、光サーキュレータ2の第1のポート2aに入力され第2のポート2bに出力される。光サーキュレータ2の第2のポート2bから出力されたASEの内、波長が λ_1 の光は光ファイバグレーティング3aで反射され、波長が λ_2 の光は光ファイバグレーティング3bで反射され、波長が λ_3 の光は光ファイバグレーティング3cで反射され、波長が λ_4 の光は光ファイバグレーティング3dで反射される。他の波長の光は、無反射終端器4で光ループ8の外に排出される。光ファイバグレーティング3a～3dで反射された、図3に示すような光が、光サーキュレータ2の第2のポート2bに入力され、第3のポート2cに出力される。この光が、光分岐結合器5を通過すると過剰損失を受け、周波数シフタ7を通過すると周波数がシフトし、光ファイバ増幅器1で増幅され、図4に示すようなスペクトルとなる。

【0018】このように、光ファイバ増幅器1で発生したASEが、光ファイバグレーティング3a～3dで切り出され、周波数シフタ7で周波数シフトを受け、光ファイバ増幅器1で増幅されながら光ループ8を周回し、出力ポート6からは、光分岐結合器5に入力する光の一部が出力される。出力ポート6から随時出力される1波または2波以上の波長の光は、直列に

または2波以上の波長の光は、直列に接続された光ファイバグレーティング3a～3dの反射波長に一致する。光ファイバグレーティング3a～3dの製造では、反射波長の制御を容易に行えるので、適当な反射波長の光ファイバグレーティングを用いれば、所望の波長の多数の光が得られる。

【0019】以上のように、この実施の形態によれば、それぞれ特定の波長の光のみを反射する複数の光ファイバグレーティング3a～3dを備えたことにより、簡単な構成で、容易に1波または2波以上の所望の波長の光を同時に出力することができるので、従来のように半導体レーザダイオードを選別する必要がなく、多波長光源の製造を容易にすることができる効果がある。また、周波数シフタを備えたことにより、光ループを周回する度に周波数がシフトするので、レーザ発振しない。したがって、光ループを構成している光部品における位相の擾乱を受けず、光パワーおよび光スペクトルの安定した光が出力される効果がある。

【0020】なお、この実施の形態は、4個の光ファイバグレーティング3a～3dを備えたものであるが、光ファイバグレーティングの個数は、1以上の所望の波長の数に変更しても良い。また、光ループ8を構成している光ファイバ増幅器1、光サーキュレータ2、光分岐結合器5および周波数シフタ7の接続の順番は、図1に示した順番でなくても良く、これらのものはどのような順に接続しても良い。さらに、光ファイバグレーティング3a～3dはどのような順に接続しても良い。

【0021】実施の形態2 この発明の実施の形態2について説明する。図5はこの発明の実施の形態2の多波長光源の構成を示す構成図である。図において、10は入力光の位相をランダムに変える位相変調器であり、図1の周波数シフタ7の代わりに設けられている。その他の構成は図1のものと同様であるので、説明を省略する。

【0022】次に、図5の動作について説明する。光ファイバ増幅器1で発生したASEが光ファイバグレーティング3a～3dで切り出され、切り出された光が第3のポート2cに出力される。図1に示した多波長光源と同様の動作を行なう。第3のポート2cに出力された光が、光分岐結合器5を通過すると過剰損失を受け、位相変調器10を通過すると光の位相がランダムに変化し、光ファイバ増幅器1で増幅され、図4に示すようなスペクトルとなる。このように、光ファイバ増幅器1で発生したASEが、光ファイバグレーティング3a～3dで切り出され、位相変調器10で光の位相がランダムに変化し、光ファイバ増幅器1で増幅されながら光ループ8を周回する。出力ポート6からは、光分岐結合器5に入力する光の一部が出力される。出力ポート6から随時出力される1波または2波以上の波長の光は、直列に接続された光ファイバグレーティング3a～3dの反射

(5)

特開平10-209501

7

8

波長に一致する。

【0023】以上のように、この実施の形態によれば、入力光の位相をランダムに変える位相変調器10を備えたことにより、周回する度に光の位相がランダムに変化するので、レーザ発振しない。したがって、光ループを構成している光部品における位相の擾乱を受けず、光パワーおよび光スペクトルの安定した光が出力される効果がある。

【0024】なお、この実施の形態は、4個の光ファイバグレーティング3a~3dを備えたものであるが、光ファイバグレーティングの個数は、1以上の所望の波長の数に変更しても良い。また、光ループ8を構成している光ファイバ増幅器1、光サーキュレータ2、光分岐結合器5および位相変調器10の接続の順番は、図5に示した順番でなくても良く、これらのものはどのような順に接続しても良い。さらに、光ファイバグレーティング3a~3dはどのような順に接続しても良い。

【0025】実施の形態3、この発明の実施の形態3について説明する。図6はこの発明の実施の形態3の多波長光源の構成を示す構成図である。図において、5a~5dは光分岐結合器5の第1~第4のポートであり、第1のポート5aに入力された光は、第2のポート5bおよび第4のポート5dに分岐され、第2のポート5bに入力された光は、第1のポート5aおよび第3のポート5cに分岐される。図1の多波長光源と比較すると、図6のものは光サーキュレータ2を備えていないが、その他は同様のものである。

【0026】次に、動作について説明する。はじめに、信号光が入力されていない光ファイバ増幅器1から、図2に示すような広帯域なASEが出力される。このASEが光分岐結合器5の第1のポート5aに入力されると、第2のポート5bおよび第4のポート5dに分岐して出力される。光分岐結合器5の第2のポート5bから出力されたASEの内、波長が λ_1 の光は光ファイバグレーティング3aで反射され、波長が λ_2 の光は光ファイバグレーティング3bで反射され、波長が λ_3 の光は光ファイバグレーティング3cで反射され、波長が λ_4 の光は光ファイバグレーティング3dで反射される。他の波長の光は、無反射終端器4で光ループ8の外に排出される。光グレーティングファイバ3a~3dで反射された、図3に示すような光が、光分岐結合器5の第2のポート5bに入力され、第1のポート5aおよび第3のポート5cに分岐され、出力される。光分岐結合器5の第3のポート5cから出力された光は、周波数シフタ7で周波数がシフトし、光ファイバ増幅器1で増幅され、図4に示すようなスペクトルとなる。

【0027】このように、光ファイバ増幅器1で発生したASEが、光ファイバグレーティング3a~3dで切り出され、周波数シフタ7で周波数シフトを受け、光ファイバ増幅器1で増幅されながら光ループ8を周回し、

出力ポート6から出力される。

【0028】以上のように、この実施の形態によれば、光ループを周回する度に周波数がシフトするので、レーザ発振しない。したがって、光ループを構成している光部品における位相の擾乱を受けず、光パワーおよび光スペクトルの安定した光が出力される効果がある。また、部品点数が多くて高価な光サーキュレータを使用することなしに、所望の波長の光を得ることができる効果がある。

【0029】なお、この実施の形態は、4個の光ファイバグレーティング3a~3dを備えたものであるが、光ファイバグレーティングの個数は、1以上の所望の波長の数に変更しても良い。また、光ループ8を構成している光ファイバ増幅器1、光分岐結合器5および周波数シフタ7の接続の順番は、図6に示した順番でなくても良く、これらのものはどのような順に接続しても良い。さらに、光ファイバグレーティング3a~3dはどのような順に接続しても良い。

【0030】実施の形態4、この発明の実施の形態4について説明する。図7はこの発明の実施の形態4の多波長光源の構成を示す構成図であり、図6の周波数シフタ7の代わりに、入力光の位相をランダムに変える位相変調器10を設けたものである。その他の構成は図1のものと同様である。

【0031】次に、動作について説明する。光ファイバ増幅器1で発生したASEが、光ファイバグレーティング3a~3dで切り出され、光分岐結合器5の第3のポート5cから出力されるまでは、図6の多波長光源と同様の動作を行なう。光分岐結合器5の第3のポート5cから出力された光は、位相変調器10で位相がランダムに変化し、光ファイバ増幅器1で増幅され、図4に示すようなスペクトルとなる。このように、光ファイバ増幅器1で発生したASEが、光ファイバグレーティング3a~3dで切り出され、位相変調器10で位相がランダムに変化し、光ファイバ増幅器1で増幅されながら光ループ8を周回し、出力ポート6から出力される。

【0032】以上のように、この実施の形態によれば、周回する度に光の位相がランダムに変化するので、レーザ発振しない。したがって、光ループを構成している光部品における位相の擾乱を受けず、光パワーおよび光スペクトルの安定した光が出力される。

【0033】なお、この実施の形態は、4個の光ファイバグレーティング3a~3dを備えたものであるが、光ファイバグレーティングの個数は、1以上の所望の波長の数に変更しても良い。また、光ループ8を構成している光ファイバ増幅器1、光分岐結合器5および位相変調器10の接続の順番は、図7に示した順番でなくても良く、これらのものはどのような順に接続しても良い。さらに、光ファイバグレーティング3a~3dはどのような順に接続しても良い。

(5)

特開平10-209501

9

10

【0034】実施の形態5、この発明の実施の形態5について説明する。図8はこの発明の実施の形態5の多波長光源の構成を示す構成図であり、図1の多波長光源に対して、光ループ8を周回する光を無偏光化する無偏光化部9を追加したものである。

【0035】実施の形態1で説明したように、光ファイバ増幅器1で発生したASEが、光ファイバグレーティング3a~3dで切り出され、周波数シフタ7で周波数シフトを受け、光ファイバ増幅器1で増幅されながら光ループ8を周回する。この周回する光は、無偏光化部9により無偏光な光となり、光分岐結合器5で分岐され、出力ポート6から出力される。

【0036】以上のように、この実施の形態によれば、光ループ8中において、周回する光を無偏光化する無偏光化部9を備えているため、光ループ8中の光部品の損失に偏光依存性がある場合においても、光出力および光スペクトルが安定した光を出力することができる。

【0037】なお、この実施の形態は、4個の光ファイバグレーティング3a~3dを備えたものであるが、光ファイバグレーティングの個数は、1以上の所望の波長の数に変更しても良い。また、光ループ8を構成している光ファイバ増幅器1、光サーキュレータ2、光分岐結合器5、周波数シフタ7および無偏光化部9の接続の順番は、図8に示した順番でなくても良く、これらのものはどのような順に接続しても良い。さらに、光ファイバグレーティング3a~3dはどのような順に接続しても良い。さらに、この実施の形態で示した無偏光化部9を図5、6又は7に示した光ループ8中に設けても、この実施の形態と同様の効果を奏する。

【0038】実施の形態6、この発明の実施の形態6について説明する。図9はこの発明の実施の形態6の多波長光源の構成を示す構成図であり、図1の多波長光源に対して、それぞれ適当な減衰量が設定された第1~第3の光源減衰器11a~11cを光ファイバグレーティング3a~3dの間に追加したものである。

【0039】次に、動作について説明する。光ファイバ増幅器1から出力されたASEは、光サーキュレータ2の第1のポート2aに入力され、第2のポート2bに出力される。第2のポート2bから出力されたASEの内、波長が λ_1 の光は光ファイバグレーティング3aで反射され、波長が λ_2 の光は光ファイバグレーティング3bで反射され、波長が λ_3 の光は光ファイバグレーティング3cで反射され、波長が λ_4 の光は光ファイバグレーティング3dで反射される。他の波長の光は、無反射終端器4で光ループ8の外に排出される。

【0040】光ファイバグレーティング3a~3dで反射されて第2のポート2bに入力する光は、波長が λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 の各光パワーが均一になるように、光減衰器11a~11cの減衰量が設定してあるの

で、図10に示すような光スペクトルとなる。第2のポート2bに入力された光は、第3のポート2cに出力され、光分岐結合器5で過剰損失を受け、周波数シフタ7で周波数がシフトし、光ファイバ増幅器1で増幅され、図11に示すような各波長の光パワーが均一な光スペクトルとなる。

【0041】このように、光ファイバ増幅器1で発生したASEが、光ファイバグレーティング3a~3dで切り出され、周波数シフタ7で周波数シフトを受け、光ファイバ増幅器1で増幅されながら光ループ8を周回し、出力ポート6から出力される。

【0042】以上のように、この実施の形態によれば、光ファイバグレーティングの間に適当な減衰量の光減衰器を備えているので、各波長の光パワーが均一な光を得ることができる。なお、この実施の形態は、4個の光ファイバグレーティング3a~3dを備えたものであるが、光ファイバグレーティングの個数は、1以上の所望の波長の数に変更しても良い。また、光ループ8を構成している光ファイバ増幅器1、光サーキュレータ2、光分岐結合器5および周波数シフタ7の接続の順番は、図9に示した順番でなくても良く、これらのものはどのような順に接続しても良い。さらに、光ファイバグレーティング3a~3dはどのような順に接続しても良い。さらに、この実施の形態で示した光減衰器11a~11cを図5、6又は7に示した光ファイバグレーティング3a~3dの間に設けても、この実施の形態と同様の効果を奏する。

【0043】実施の形態7、この発明の実施の形態7について説明する。図12はこの発明の実施の形態7の多波長光源の構成を示す構成図であり、図9の多波長光源における第1~第3の光源減衰器11a~11cとして、特定の波長の光のみを減衰させる第1~第3のノッチフィルタ12a~12cを備えたものである。第1のノッチフィルタ12aは λ_2 の波長の光のみを減衰させ、第2のノッチフィルタ12bは λ_3 の波長の光のみを減衰させ、第3のノッチフィルタ12cは λ_4 の波長の光のみを減衰させる。

【0044】実施の形態6で説明したように、光ファイバ増幅器1で発生したASEが、光ファイバグレーティング3a~3dで切り出され、周波数シフタ7で周波数シフトを受け、光ファイバ増幅器1で増幅されながら光ループ8を周回し、光分岐結合器5で分岐された光が出力ポート6から出力される。光ファイバグレーティング3a~3dの間には、適切な減衰量のノッチフィルタ12a~12cを備えているので、実施の形態6と同様に、各波長の光パワーが均一なスペクトルの光が出力される。また、ノッチフィルタ12a~12cは特定の波長の光のみを減衰するため、出力ポート6から得られる光パワーは、実施の形態6の場合よりも大きい。

【0045】なお、この実施の形態は、4個の光ファイバグレーティング3a~3dを備えたものであるが、光

11

ファイバグレーティングの個数は、1以上の所望の波長の数に変異しても良い。また、光ループ8を構成している光ファイバ増幅器1、光サーキュレータ2、光分岐結合器5および周波数シフタ7の接続の順番は、図12に示した順番でなくても良く、これらのものはどのような順に接続しても良い。さらに、光ファイバグレーティング3a~3dはどのような順に接続しても良い。さらに、この実施の形態で示したノッチフィルタ12a~12cを図5、6又は7に示した光ファイバグレーティング3a~3dの間に設けても、この実施の形態と同様の効果を奏する。

【0046】実施の形態8、この発明の実施の形態8について説明する。この実施の形態の多波長光源の構成は、図1、5、6又は7に示したものと同様であるが、出力ポート6から得られる各波長の光パワーが均一になるように、光ファイバグレーティング3a~3dの反射率が設定されている。

【0047】光ファイバグレーティング3a~3dで反射されて第2のポート2bに入力する光は、波長が λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 の各光パワーが均一になるように、光ファイバグレーティング3a1~3d1の反射率が設定してあるので、図10に示すような光スペクトルとなる。第2のポート2bに入力された光は、第3のポート2cに出力され、光分岐結合器5で過剰損失を受け、周波数シフタ7で周波数がシフトし、光ファイバ増幅器1で増幅され、図11に示すようなスペクトルとなる。

【0048】この実施の形態によれば、光ファイバグレーティングの反射率を適当に設定しているので、各波長の光パワーが均一な光を得ることができる。

【0049】実施の形態9、この発明の実施の形態9について説明する。この実施の形態の多波長光源の構成は、図1、5、6又は7に示したものと同様であるが、この実施の形態の光分岐結合器5は、分岐比の大きいものであり、第1のポート5aから光を入力した場合、第4のポート5dから出力される光パワーの方が、第2のポート5bから出力される光パワーよりも大きくなるように分岐比が設定されている。

【0050】光ループ8を周回する光は、光分岐結合器5の分岐比に依存せずに一定の損失を受ける。従って、光分岐結合器5において、第1のポート5aから光が入力した場合、大部分の光が第4のポート5dから出力されるように分岐比が設定されているので、実施の形態3に比べて高出力な光を得ることができる。

【0051】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、光増幅器で発生した自然放光が複数の光ファイバグレーティングで切り出され、周波数シフタで周波数シフトを受け、光増幅器で増幅されながら光ループを周回して光分岐結合器より取り出される多数の光の波長は、光ファイバグ

(7)

特開平10-209501

12

レーティングの反射波長に一致するので、適当な反射波長の光ファイバグレーティングを用いることにより、所望の波長の多数の光が得られるため、従来のように半導体レーザダイオードを選別する必要がなく、多波長光源の製造工程数を少なくする効果がある。さらに、周波数シフタを備えたことにより、光ループを周回する度に周波数がシフトし、レーザ発振しないので、光ループを構成している各部品における位相の擾乱を受けず、光パワーおよび光スペクトルの安定した光が外部に出力される効果がある。

【0052】請求項2記載の発明によれば、入力光の位相を変えて出力する位相変調器を備えたことにより、周回する度に光の位相が変化し、レーザ発振しないので、光ループを構成している各部品における位相の擾乱を受けず、光パワーおよび光スペクトルの安定した光が外部に出力される効果がある。

【0053】請求項3記載の発明によれば、高価な光サーキュレータを使用することなく、適当な反射波長の光ファイバグレーティングを用いることにより、光分岐結合器から所望の波長の光を得ることができるため、従来のように半導体レーザダイオードを選別する必要がなく、多波長光源の製造工程数を少なくする効果がある。さらに、周波数シフタを備えたことにより、光ループを周回する度に周波数がシフトし、レーザ発振しないので、光ループを構成している各部品における位相の擾乱を受けず、光パワーおよび光スペクトルの安定した光が外部に出力される効果がある。

【0054】請求項4記載の発明によれば、入力光の位相を変えて出力する位相変調器を備えたことにより、周回する度に光の位相が変化し、レーザ発振しないので、光ループを構成している各部品における位相の擾乱を受けず、光パワーおよび光スペクトルの安定した光が外部に出力される効果がある。

【0055】請求項5記載の発明によれば、光ループを周回する光を無偏光化する無偏光化部を備えたことにより、光ループ内の各部品に偏光依存性がある場合においても、光出力および光スペクトルの安定した光が外部に出力される効果がある。

【0056】請求項6記載の発明によれば、光ファイバグレーティングの間に、この光ファイバグレーティングにより反射される各波長の光のパワーを均一にする光減衰器を備えたことにより、外部に出力される各波長の光パワーが均一になる効果がある。

【0057】請求項7記載の発明によれば、特定の波長の光のみを減衰させるノッチフィルタを備えたことにより、外部に出力される各波長の光パワーが均一で、かつ大きなパワーとなる効果がある。

【0058】請求項8記載の発明によれば、各波長の光パワーが均一になるように反射率が設定されている光ファイバグレーティングを備えたことにより、外部に出力

50

13

される各波長の光パワーを均一にする効果がある。

【0059】請求項9記載の発明によれば、光分岐結合器は、外部に取り出す光のパワーの方が、光ループに出力する光のパワーよりも大きくなるように分岐比が設定されているので、高出力な光を得ることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1の多波長光源の構成を示す構成図である。

【図2】 光ファイバ増幅器から出力されるASEスペクトルを示す特性図である。

【図3】 光サーキュレータの第2のポートに入力される光スペクトルを示す特性図である。

【図4】 光ファイバ増幅器を通過した後の光スペクトルを示す特性図である。

【図5】 実施の形態2の多波長光源の構成を示す構成図である。

【図6】 実施の形態3の多波長光源の構成を示す構成図である。

【図7】 実施の形態4の多波長光源の構成を示す構成図である。

(8)

特開平10-209501

14

*【図8】 実施の形態5の多波長光源の構成を示す構成図である。

【図9】 実施の形態6の多波長光源の構成を示す構成図である。

【図10】 光サーキュレータの第2のポートに入力される光スペクトルを示す特性図である。

【図11】 光ファイバ増幅器を通過した後の光スペクトルを示す特性図である。

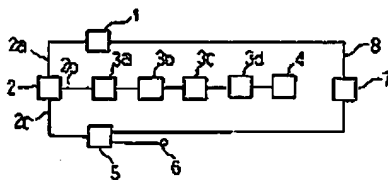
【図12】 実施の形態7の多波長光源の構成を示す構成図である。

【図13】 従来の多波長光源の構成を示す構成図である。

【符号の説明】

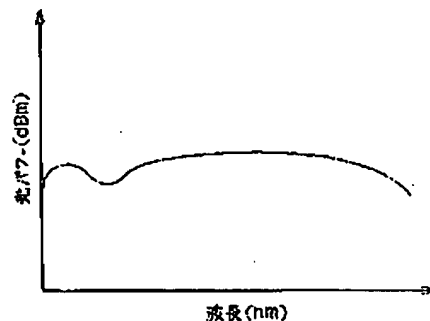
1 光ファイバ増幅器、2 光サーキュレータ、2a～2c 光サーキュレータの第1～第3のポート、3a～3d 第1～第4の光ファイバグレーティング、4 無反射終端器、5 光分岐結合器、5a～5d 光分岐結合器の第1～第4のポート、6 出力ポート、7 周波数シフト、8 光ループ、9 無偏光化部、10 位相変調器、11a～11c 第1～第3の光減衰器、12a～12c 第1～第3のノッチフィルタ。

【図1】

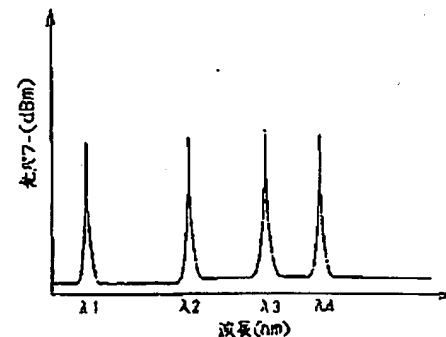


- 1: 光ファイバ増幅器
2: 光サーキュレータ
2a~2c: 第1~第3のポート
3a~3d: 第1~第4の光ファイバグレーティング
4: 無反射終端器
5: 光分岐結合器
6: 出力ポート
7: 周波数シフト
8: 光ファイバ

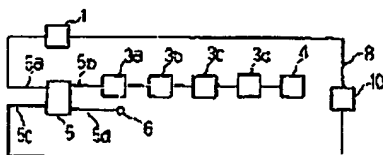
【図2】



【図3】



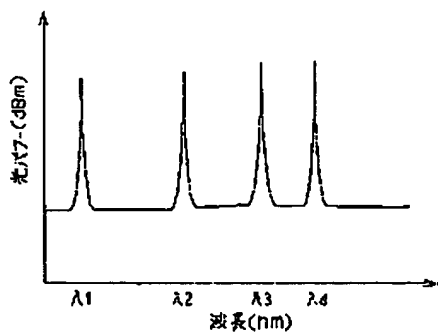
【図7】



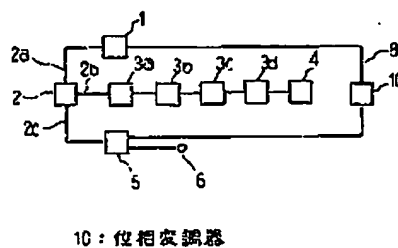
(9)

特開平10-209501

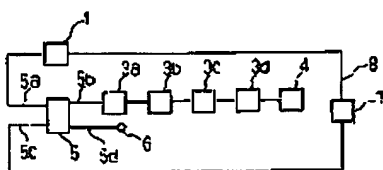
【図4】



【図5】

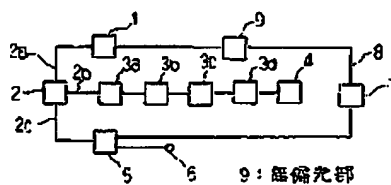


【図6】

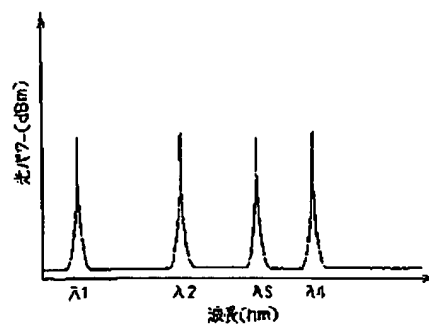


5: 光分岐結合器
5a~5d: 第1~第4のポート

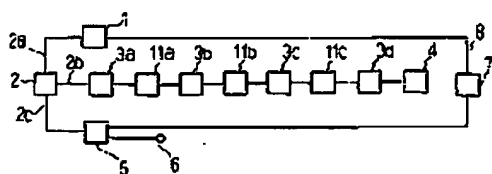
【図8】



【図10】

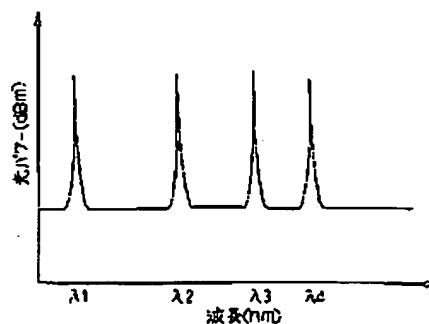


【図9】



11a~11c: 第1~第3の光減衰器

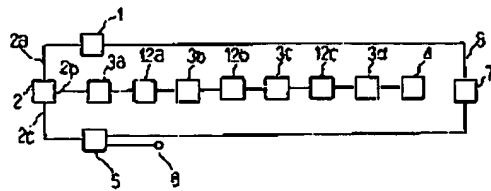
【図11】



(10)

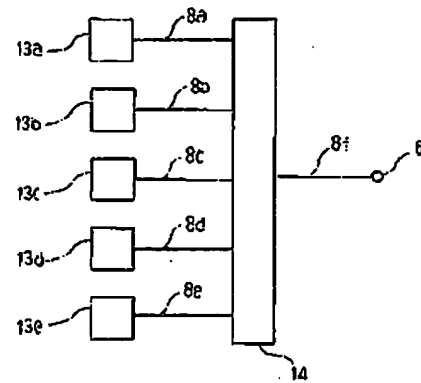
特開平10-209501

【図12】



12a~12c: 第1~第3のノッチフィルタ

【図13】



6: 出力ポート

8a~8f: 光ファイバ

13a~13e: 第1~第5の半導体
レーザーダイオード

14: 合波器